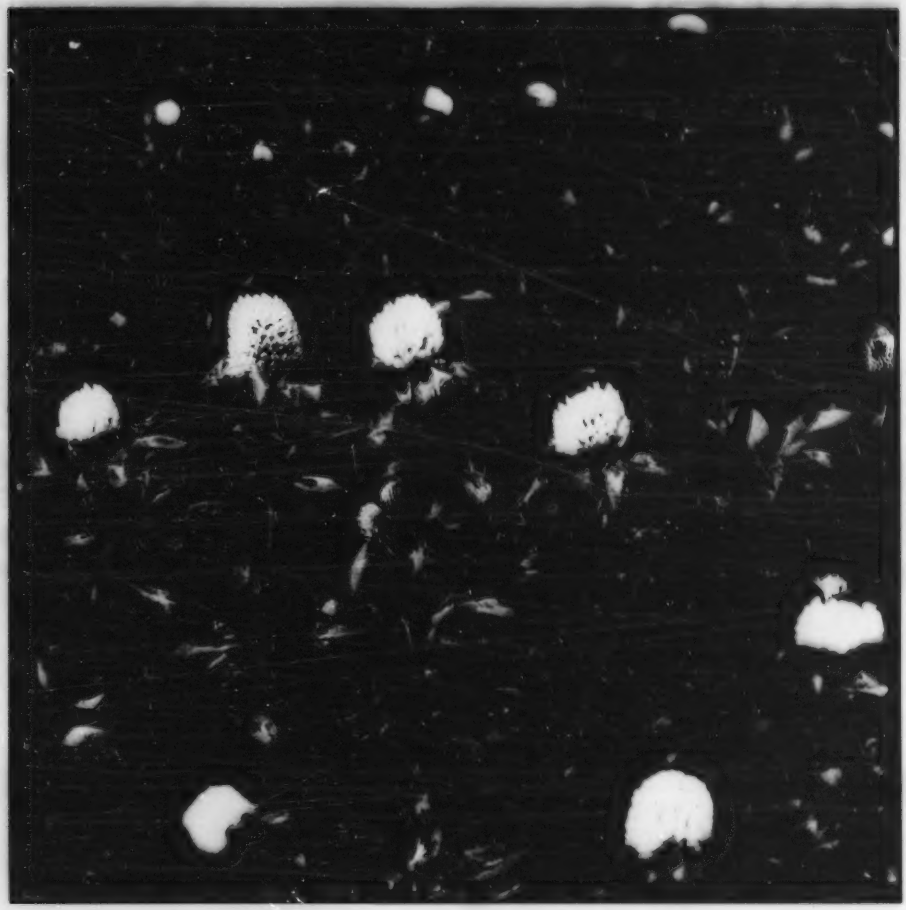
Red clover

Agriculture
Canada

Publication 1614/E



Canada

Agriculture Canada Publication 1614E
available from
Communications Branch, Agriculture Canada
Ottawa K1A 0C7

©Minister of Supply and Services Canada 1985
Cat. No. A53-1614/1985E ISBN: 0-662-14064-8
Printed 1977 Revised 1985 Reprinted 1988 3M-7:88

Également disponible en français sous le titre
Le trèfle rouge.

103-00348/

CONTENTS

Distribution and adaptation/5
Morphology/5
Soil fertility, inoculation, and seeding/7
Herbage production, storage, and utilization/9
Seed production/13
Red clover for soil conservation/15
Weeds/15
Diseases/16
Injurious insects/18
Acknowledgments/18

Cover photo: A field of red clover.

Note. This publication is intended to be used as a guide for farmers and extension workers for growing and managing red clover in areas in Canada where this crop can be grown. Special regional recommendations should be obtained from Agriculture Canada research stations, provincial departments of agriculture, or universities.

Recommendations for licensed cultivars, mixtures, management practices, fertilizer requirements, and chemical control for insects and weeds are not listed in detail, because they change periodically. Updated recommendations are continually being published by the federal and/or provincial departments of agriculture.

Red clover

by
D. T. Fairey
Research Station, Beaverlodge, Alberta

DISTRIBUTION AND ADAPTATION

Red clover, *Trifolium pratense* L., is widely grown in Canada for herbage and seed production and for use in rotations for soil improvement. The crop is best adapted to areas where summer temperatures are moderately cool to warm and adequate moisture is available throughout the growing season. However, unlike alsike clover, *Trifolium hybridum* L., it is not adapted to low, poorly drained soils. In contrast to alfalfa, *Medicago* spp., red clover will grow on moderately acid soils, but maximum yields are obtained when calcium (Ca) is adequate and the pH is 6.0 or higher.

Red clover is a biennial, or a short-lived perennial, and all the cultivars grown in Canada are classified into two groups—the late-flowering or single-cut cultivars and the early flowering or double-cut cultivars. Single-cut cultivars usually produce one hay crop plus an aftermath each year. In the establishment year few flowering stems are formed; thus seed is produced only in the second and subsequent years. Single-cut cultivars are hardy and are usually grown in the parkland areas of the Prairie Provinces and in northern areas of British Columbia, Alberta, Ontario, and Quebec. Double-cut cultivars usually produce two or three hay crops a year. These cultivars are capable of rapid spring growth. In some instances, a first cut is taken in early spring and the second crop is left for seed. Double-cut cultivars are not winter hardy and are usually grown in Eastern Canada, the Atlantic Provinces, and the southern coastal region of British Columbia. Performance of some licensed cultivars is documented in Table 1.

Diploid red clover cultivars have 14 chromosomes in the nuclei of their cells. Tetraploid cultivars have been artificially produced by doubling the chromosome number to 28 by chemical means. Both single-cut and double-cut tetraploid cultivars have been produced. Tetraploid cultivars are usually larger and in some regions have higher forage yields than diploid cultivars. Pollen from diploid plants can be used in the pollination of tetraploid plants, but the seed, if formed, is predominantly nonviable. Hence, an adequate isolation of two types is necessary if the crop is grown for seed.

MORPHOLOGY

The growth habit of red clover varies from erect to decumbent. Numerous leafy stems arise each year from a crown. The leaves are large and consist of three leaflets on one petiole. There are two stipules at the base of each

TABLE 1 Performance of some licensed red clover cultivars

Cultivars	Alberta (Peace River region)[1]			Atlantic Provinces[2]		Ontario[3]
		Yield kg/ha		Herbage yield kilograms per hectare		Herbage yield kilograms per hectare
	No. data years	Herbage	Seed	One cut	Two cuts	One cut
Arlington	3	1043	141	—	—	7981
Altaswede	6	3212	365	5497	—	—
Dollard	12	1001	154	—	—	—
Florex	3	2863	227	—	7836	8288
Hungarpoli	3	273	108	—	—	—
Lakeland	10	910	231	—	7711	8023
Norlac	6	3247	357	5643	—	—
Ottawa	15	910	168	—	6559	7403
Pacific	3	1327	198	—	—	5846
Prosper I	—	—	—	—	7789	8083

Source:

1. Elliott, C. R.; Howe, G. M. 1979. Northern Research Group Publ. 79-16A-1979. Agriculture Canada Research Station, Beaverlodge, Alta.
   Elliott, C. R., et al. 1981. Northern Research Group Publ. 81-16B-1981. Agriculture Canada Research Station, Beaverlodge, Alta.
   Najda, H. G.; Howe, G. M. 1982. Northern Research Group Publ. 82-16B-1982. Agriculture Canada Research Station, Beaverlodge, Alta.
2. Choo, T. M. 1981. 1981 data from four locations—two in Nova Scotia, one in Newfoundland, and one in New Brunswick. Agriculture Canada Research Station, Charlottetown, P.E.I.
3. Ontario Forage Crop Investigations. 1982. Report on forage crop trials. Data from six locations. Report available from Secretary, Ontario Forage Crop Committee, Ontario Ministry of Agriculture and Food, c/o Crop Science Department, University of Guelph, Guelph, Ont.

petiole. Each leaflet usually bears a horseshoe-shaped mark. The stems and leaves may be hairy or glabrous, depending on the cultivar. On average, there are 125 flowers densely crowded in each ovoid raceme (Fig. 1), subtended from an annual stem by a leaf-like bract. Petals are purplish red (occasionally white), and form a long basal (corolla) tube. Flowers are predominantly self-sterile and must be pollinated by bees to produce seed (Fig. 2). Pods are short and single seeded. There are about 600 000 seeds per kilogram.

Red clover has a thick tap root from which emerges numerous fine lateral roots. The tap root grows to a length of 60–90 cm. Lateral roots are mainly concentrated in the top 10 cm of the soil. Numerous small ovoid, pinkish white nodules are found on the lateral roots.

SOIL FERTILITY, INOCULATION, AND SEEDING

Soil tests are required for proper assessment of soil nutrient availability. Liming is essential on soils with a pH below 5.0. Lime makes the soil less acid and promotes the nitrogen-fixing activity of nodule bacteria. Table 2 shows estimates of nitrogen fixation in red clover and other legumes. All the important nutrients should be replenished in depleted soils on the basis of a soil test.

Major elements are required in large quantities for optimum growth and yield. Nitrogen (N) is essential for seedling establishment and a minimum of 11 kg/ha is recommended. Atmospheric nitrogen (N_2) is fixed by well-nodulated plants after stand establishment. However, excess N fertilizer reduces nodulation and substitutes for the atmospheric nitrogen, which would otherwise have been fixed by the nodule bacteria *(Rhizobium trifolii)*. On acid soils with a pH less than 5.5, nodulation is suppressed and fertilizer nitrogen should be supplied for growth.

The phosphorus (P) content in the dry matter (DM) of red clover should be between 0.2% and 0.4% if yield is not to be limited by P deficiency. Thus, for an annual maximum dry matter yield of 10 000 kg/ha, the P requirement is between 20 and 40 kg/ha per year.

The critical content of potassium (K), below which red clover suffers from K deficiency, is estimated to be 1.8% in the DM; therefore for an annual dry matter yield of 10 000 kg/ha, red clover requires 180 kg/ha per year. Many soils can supply this amount of K.

Sulfur (S) is deficient on some luvisolic (gray-wooded) soils, and fertilizers such as 16-20-0 will provide the necessary S. Table 3 shows the average and critical concentrations of major and minor elements in clovers compared with alfalfa and grasses, and Table 4 lists the symptoms of some major element deficiencies in red clover.

A number of elements essential for plant growth are required in extremely small amounts and are referred to as trace elements. They play just as important a part in plant nutrition as the major elements. For instance, boron (Bo) is required in protein synthesis and is associated with increased seed set. Copper (Cu) plays an important part in respiration and reproductive growth and molybdenum (Mo) is required in N fixation. However, unlike the major elements, the availability of trace elements is more dependent on soil pH, water

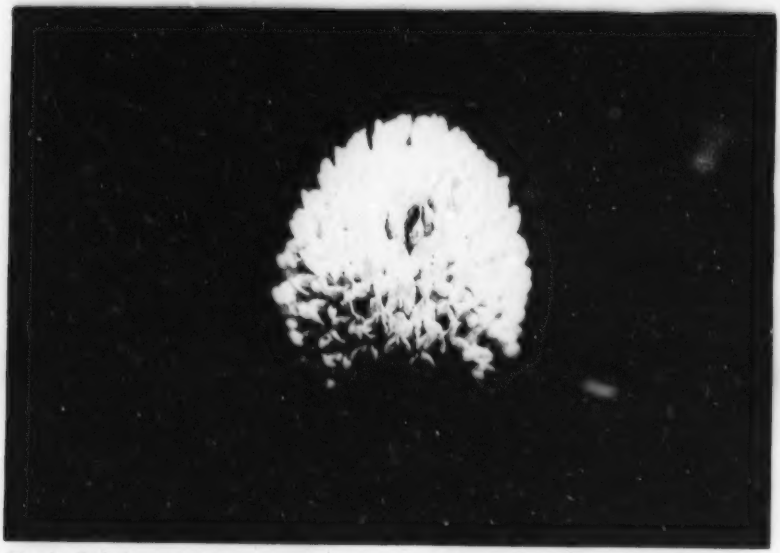


Fig. 1 Red clover raceme

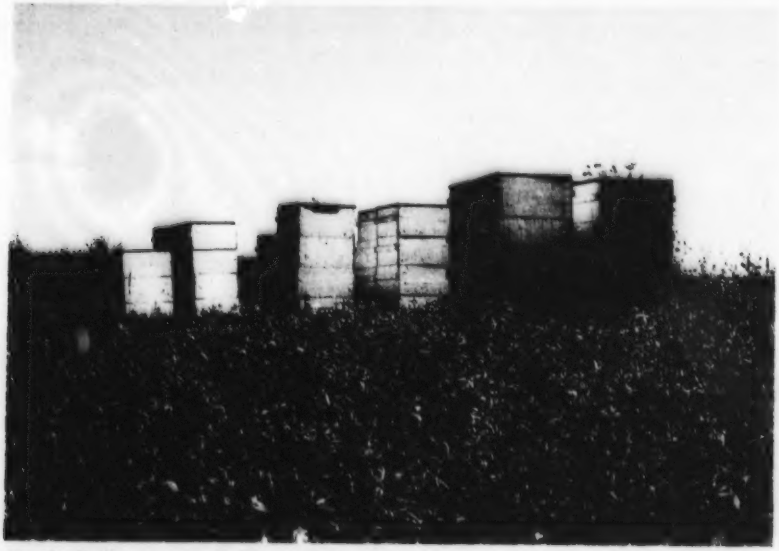


Fig. 2 Pollination of red clover by honey bees
(Photo: Courtesy of D. L. Nelson)

TABLE 2 Estimates of nitrogen fixation in five legumes*

Legume crops	Nitrogen fixation (kilograms per hectare) in two soils	
	Gray Luvisol (Beryl)	Black solod (Landry)
Red clover	334	250
Alfalfa	442	171
Sweet clover	214	125
Alsike clover	303	152
Bird's-foot trefoil	190	145

* Nitrogen fixation was determined by measuring the nitrogen in the herbage and in barley crops following the legumes on two soils for 2 years after establishment.

Source: Adapted from Rice, W.; Hoyt, P. 1980. Crop rotation: The role of legumes. Northern Research Group Publ. 80-2. Agriculture Canada Research Station, Beaverlodge, Alta.

availability, soil structure, and the ratio of other nutrients. The optimum range in concentration of trace elements is usually quite narrow, and small increases above the optimum can have toxic effects.

Red clover seed should be inoculated just prior to seeding. The inoculum is a culture of living *Rhizobium* bacteria, and should be applied to the seed with a sticking agent. Pre-inoculated seed should be kept in a cool, dark place. Exposure to sunlight or fertilizers will kill the *Rhizobium* bacteria. Seed as early in the spring as possible into a warm, moist, firm seed bed at a depth of 1 to 2 cm. Seeding rates will vary, depending on the area of cultivation, cultivar(s) used, soil type, and intended use of crop—for forage seeded alone or in a mixture, or for seed production. Fertilizer, cultivar, and management recommendations are specified in federal and provincial publications.

HERBAGE PRODUCTION, STORAGE, AND UTILIZATION

Red clover is capable of providing a large yield of nutritious forage with high intake characteristics. It is a palatable, high-protein crop. For herbage production it can be seeded alone or in a mixture with grasses. It is frequently used as one of the legume components in pasture mixtures. A companion grass reduces the risk of complete loss due to disease or winterkill and the presence of grass will cushion the red clover crowns against wheel damage of tractors and implements used in herbage production. Red clover should be cut when 25% of the flower buds are showing color. At this stage, the digestibility of the dry matter varies between 65% and 70%. Digestibility decreases after this stage because the stems contribute significantly to yield.

Three of the predominantly used methods for utilizing red clover for herbage are hay, silage, and grazing. Table 5 shows the nutritive value of red clover compared with alfalfa and other grasses.

TABLE 3 Concentrations of major and minor elements in the vegetative growth of clovers in comparison with those in alfalfa and grasses

	Concentrations of elements														
	Major elements (percentage)							Minor (trace) elements (parts per million)							
	N	P	K	S	Mg	Ca	Na	Fe	Al	Mn	Ba	B	Cu	Zn	Mo
Clovers															
Average	3.15	0.34	2.35	0.25	0.28	1.55	0.04	65	60	45	12	30	11	34	2.0
Critical	—	0.14	0.85	0.14	0.11	0.40	—	25	—	25	—	15	5	11	0.7
Alfalfa															
Average	4.3	0.38	2.6	0.28	0.40	1.8	0.03	95	85	60	35	44	11	35	2.2
Critical	2.5	0.15	1.4	0.10	0.18	0.85	—	25	—	25	—	20	5	13	0.6
Grasses															
Average	4.3	0.55	5.4	0.48	0.42	1.5	0.15	120	85	120	12	32	14	45	0.8

Source: Adapted from *Soil and plant analysis*. Memphis, TN: A & L Agricultural Laboratories. c. 1974.

TABLE 4 Symptoms of some major element nutrient deficiencies in red clover

Deficient element	Symptoms of deficiency	Cause
Nitrogen (N)	Causes older leaves to gradually become chlorotic and drop off.	Inability to fix N, probably caused by a lack of nodulation
Phosphorus (P)	Retards growth, resulting in dwarf, spindly plants with dark green or bluish green leaves. Delays bloom and maturity.	Inability to utilize and transfer carbohydrates
Potassium (K)	Results in leaf margins turning yellow. Yellowed areas gradually cover most of the leaf surface; it then shrivels and dies.	Usually an imbalance between Ca and K in a well-limed soil
Sulfur (S)	Causes younger leaves to gradually become chlorotic and drop off.	Poor nodulation and a low rate of N fixation
Magnesium (Mg)	Results in leaf margins turning inward. Leaves gradually turn yellow, then bronze.	Lack of chlorophyll synthesis
Calcium (Ca)	Causes small chlorotic dots to form on older leaves. These dots gradually become gray, the leaf petioles collapse, and the leaf droops, but there is no immediate wilting of leaf blades. Leaves gradually wilt and die. Petioles of new leaves do not elongate and the leaves form a clump at the crown.	Insufficient Ca to strengthen cell wall formation

During haymaking, the leaves of red clover dry relatively quickly, become brittle, and are prone to shattering before the stems are cured. The stems are difficult to dry. A crimping or conditioning attachment should be used at the time of cutting to hasten crop drying. Store the hay under cover as quickly as possible to minimize spoilage.

A good potential exists for utilizing red clover for silage. Excellent results can be achieved by feeding red clover silage to dairy or beef cattle. However, the high protein content of the crop presents problems in making silage. It is beneficial to wilt the crop to a dry matter content of 25–35% (65–75%

TABLE 5 The nutritive value of red clover versus alfalfa and grasses

Crop during different stages of growth	Dry matter (DM)	Digestible organic matter in DM	Crude protein (CP) in DM	Crude fibre in DM	Metabolizable energy MJ/kg	Digestible CP in DM
	%	%	%	%	DM	%
Red clover						
Early flower	19	57	23.7	23.2	9.0	15.2
Very good hay	85	61	18.4	26.6	9.6	12.8
Good hay	85	57	16.1	28.7	8.9	10.3
Poor hay	85	50	13.1	34.0	7.8	6.7
Damaged hay	85	46	14.1	39.4	6.9	7.3
Silage	22	56	20.5	30.0	8.8	13.5
Alfalfa						
Early flower	24	54	17.1	30.0	8.2	13.0
Hay, before flowering	85	54	19.3	32.1	8.3	14.3
Hay, half-flower	85	55	22.5	30.2	8.2	16.6
Hay, full-flower	85	51	17.1	35.3	7.7	11.6
Silage	25	52	16.8	29.6	8.5	11.3
Grasses — General						
High digestibility hay	85	61	10.1	32.0	9.0	5.8
Moderate digestibility hay	85	57	8.5	32.8	8.4	3.9
Low digestibility hay	85	51	9.2	36.6	7.5	4.5
High digestibility silage	20	67	17.0	30.0	10.2	11.6
Moderate digestibility silage	20	58	16.0	34.0	8.8	10.2
Low digestibility silage	20	52	16.0	38.0	7.6	9.8

Source: Adapted from Nash, M. J. 1978. Crop conservation and storage in cool temperature climates. Permagon Press.

moisture) in the field to minimize undesirable fermentation after ensiling. Silage additives such as organic acids may be particularly useful in ensuring a desirable pattern of fermentation. Red clover grown in a mixture is easier to handle and can facilitate a desirable type of fermentation in the silo. This also dilutes the concentration of substances that cause bloat.

Grazing a pure stand of red clover is not recommended because the plant cannot withstand high or prolonged grazing pressure. Furthermore, bloat may occur in cattle grazing on immature red clover. However, this is not a major problem with sheep. To utilize the full yield potential of red clover, it should be defoliated infrequently. This is best accomplished by zero grazing (green chopping). This method of utilization also readily lends itself to the addition of bloat-control additives, for example poloxalene, at feeding time.

A reduction in fertility of ewes grazing red clover or fed red clover silage before or during mating has been reported. Reproductive disturbances are apparently caused by oestrogenic isoflavones and can be reduced by growing red clover in mixtures with grasses. To date, there is no evidence of red clover causing reduced fertility in cattle.

Generally, the seeding rate of red clover for a pure stand of hay is 7.5–8.0 kg/ha; for pasture mixtures the rate is 2–2.5 kg/ha.

Follow the recommendations for seeding rates and choice of cultivars and mixtures in your area.

SEED PRODUCTION

Early spring seeding and low seeding rates are recommended for red clover seed stands. Seeding rates vary from 2 to 4 kg/ha, although stands seeded at a rate as low as 1 kg/ha have produced good seed yields on weed-free soils. Row spacing may vary from 15 to 46 cm. Check the recommendations for management practices and suitable cultivars for your area. Information on pedigreed seed production can be obtained from the following publications of the Canadian Seed Growers' Association: Circular 6, *Regulations and procedures for pedigreed seed crop production*, and *Pedigreed forage seed production*.

Red clover must be cross-pollinated to produce seed. Cross-pollination, or the transfer of pollen from the anthers of one plant to the stigma of another plant is done primarily by bees. Flowers are pollinated when bees are collecting pollen or nectar. A bee forces its proboscis down the corolla tube, causing the stamens and pistil to protrude from the interior of the floret. The body of the pollinator is then brought in close contact with the upper ends of the stamens and pistil, and it becomes covered with pollen. Since the pistil of the red clover floret protrudes a little beyond the stamens, it is more likely to come in contact with the pollen from other plants already deposited on the body of the pollinator than with the pollen of its own flower. This cross-pollination must occur for seed set, because red clover is self-sterile, that is, the pollen is unable to successfully fertilize the pistils of the plant on which it is produced. Unlike other legumes, the flower structure of red clover provides a greater opportunity for cross-pollination—after each visit

by a pollinator the pistil and stamens move back to their original position. A second or third visit by an insect will have the same effect and the chances of the pistil being properly fertilized will last as long as it remains in a condition to receive pollen.

Bumble bees (*Bombus* spp.) are excellent pollinators of red clover. Colonies of native bumble bees can be built up by providing nesting areas and spring flowering plants that commence bloom before red clover does. Surrounding bush and abandoned nests of small mammals or birds are often chosen as locations for colonies. Some species choose underground sites, whereas others prefer sites that are on the surface but concealed in a depression or under a tuft of grass. However, for consistent and reliable seed yields, colonies of honey bees must be introduced to seed fields during the blooming period.

Good seed yields of some red clover cultivars are produced when honey bees, *Apis mellifera* Linnaeus, are introduced to the field at two colonies per hectare. However, in some cultivars the honey production potential is usually low, presumably because the long corolla tubes and/or nectar levels in the tubes of these cultivars make nectar collection difficult for the bees. Alfalfa leafcutting bees (*Megachile rotundata* (Fabricius)), although known to be capable of pollinating red clover, have not yet been used successfully on a field scale.

For seed production, diploid and tetraploid cultivars must not be mixed and must be grown in isolation from each other. Seed yields of tetraploid types are severely reduced when they are pollinated by diploid pollen. Tetraploids invariably produce lower seed yields than diploids under similar conditions, because they produce fewer flower heads as compared to diploids; also floret fertility may be lower.

Seed production of Canadian licensed cultivars is encouraged because of superior adaptation. However, a limited opportunity exists for production of seed of some foreign cultivars. The seed is grown under contract for a particular member country of the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). Such contracts are negotiated between the individual producer and the particular seed firm responsible for delivery of the seed to the country involved. A number of countries participate in this scheme, and prospective producers should make all arrangements and contracts with the seed firms of their choice prior to going into production of foreign unlicensed cultivars.

Red clover should be cut and swathed when 80–90% of the heads are brown, unless the crop is defoliated by chemical means or a severe frost. The swaths should be left to dry and may be threshed in 7–10 days. If wet weather persists, a side delivery rake can be used to turn the swath for drying with minimal seed loss.

Straight combining of the standing crop may be necessary where winds disturb the swathed fields. The crop should be chemically defoliated 7–10 days in advance (or harvested after a killing frost in northern areas). A concave clearance of 2.4–4.8 mm with a cylinder speed of 800 rpm is suggested.

Use a slow forward speed, because overloading the machine can cause serious seed losses.

Seed obtained from threshing or combining should be dried if the moisture content is too high for storage (in excess of 14%). Specialized machines, usually found in seed-cleaning plants, may be required for further processing.

RED CLOVER FOR SOIL CONSERVATION

A red clover crop can also be used as green manure. This practice is sometimes referred to as plowdown. The crop is allowed to grow to the blossom stage and is then incorporated into the soil. This is done with either a moldboard plow or a disk. Single- or double-disk harrows followed or preceded by heavy-duty cultivators can effectively incorporate the green crop into the soil. The operation should be performed before the crop gets too thick to handle.

Using red clover as a green manure crop in a rotation helps to conserve the soil and, in most instances, it is preferable to summer fallow because red clover prevents wind and water erosion and increases the organic matter content of the soil. The increase in organic matter of the soil is of particular advantage on heavy-textured or clay soils, which require large quantities of organic matter for proper tilth. The green crop plowed under contains nitrogen (N) and this adds to the N content of the soil. Thus, the amount of commercial fertilizer added for the succeeding crop can be decreased. An increase in yield and quality has been observed in cereal crops that were subsequently grown on land where red clover had been used as green manure. Red clover or other forage legumes in a rotation can also be effective in controlling diseases and insects that may build up under continuous crop production.

WEEDS

In strong, vigorous stands of red clover annual weeds are not usually a problem, because the crop can compete strongly with weeds. Persistent perennial weeds, however, sometimes become a problem in established stands. Weeds occurring in patches in established stands can be isolated from the rest of the field and destroyed by cultural means or recommended herbicides.

Red clover is most susceptible to injury from weeds during the establishment phase. Red clover seedlings are generally weak and are poor competitors. Aggressive annual weeds can reduce the vigor of the crop during the year of establishment, causing poor establishment of red clover seedlings, and reduced yields in subsequent years. To reduce losses from annual weeds, use pedigreed seed and plant only on clean land. If the land is infested with weeds it should be cleaned up by cultivation or other means before seeding the red clover crop. Herbicides can be useful in controlling weeds in seedling stands. Recommendations for herbicide use are contained in provincial bulletins.

Fig. 3 Northern anthracnose
(Photo: Courtesy of W. B. Berkenkamp)

DISEASES

Diseases are caused by fungi, bacteria, viruses, mycoplasma, nematodes, and mineral deficiencies or excesses. Of these, fungi are the most important causal factors, because they attack foliage, roots, and crowns (Fig. 3). Preventing or minimizing diseases is more economical than curing them. Crop losses caused by most diseases can be reduced by proper management to maintain a vigorous stand. Use clean seed of recommended cultivars and resistant cultivars where available. Rotate with non-legumes. If serious diseases develop, get professional diagnoses. Lengthen the rotation interval between legumes. Avoid contaminating healthy fields by farming diseased fields last, and/or by disinfecting farm machinery after using it on infected areas. Table 6 lists some common diseases of red clover.

TABLE 6 Some diseases of red clover

1. Crown and root rot — Winter crown rot or snow mold, *Coprinus psychromorbidus*.	The fungus is active only at near-freezing temperatures. Damage occurs in late winter and causes irregular patches of dead plants. Remnants of white fungal threads can sometimes be detected at the edge of melting snow. This fungus infection can be avoided or controlled by sound management practices and frequent rotations with non-legumes.
Root rot, *Fusarium* spp.; brown root rot, *Plenodomus meliloti*.	Progressive rotting of tap and lateral roots, often involving the crown; with brown root rot, plants become yellow and stunted in the spring and may show small, round, black fungus bodies on dead roots. Stresses such as frequent cutting, nutrient deficiency, and insect or nematode injury or wounding during cultivation increase root rot. Use proper management.
2. Stem rot, blight — northern anthracnose, *Kabatiella caulivora* sp.	Elongated brown sunken lesions appear on stems and petioles and a characteristic shepherd's crook bend occurs below leaves and flower heads. Plant parts above infected areas wilt, die, and easily break off. Control disease by rotation or use resistant cultivars.
Black stem, *Phoma trifolii*.	Black or dark brown lesions appear on stems and other aboveground plant parts. Burning of stubble in the spring before growth, removing infected plant material, and rotating with non-legumes are effective control measures.
Black patch, *Rhizoctonia leguminicola*.	Dark brown spots appear on leaves. Feeding livestock with infected material causes slobbers' disease. Cut early to minimize losses. Lengthen rotation intervals with non-legumes.

INJURIOUS INSECTS

Insects that affect forage yield and quality, and seed yields are leafhoppers, root borers, lygus bugs, thrips, clover seed chalcids, and clover seed midges. Occasionally, grasshopper outbreaks occur in red clover areas. Treat the crop with specific insecticides when necesssary and follow the recommendations for your area.

ACKNOWLEDGMENTS

The author wishes to thank several scientists in Research Branch, Agriculture Canada, who supplied information on regional recommendations for the cultivation and use of red clover. Special thanks go to the following scientists who provided information and/or reviewed sections of this publication that are in their particular area of research: Drs. N. A. Fairey, S. G. Bonin, D. L. Nelson, A. L. Darwent, and J. G. N. Davidson, Research Station, Beaverlodge, Alta.; Dr. W. B. Berkenkamp, Research Station, Lacombe, Alta.; Dr. T. M. Choo, Research Station, Charlottetown, P.E.I.; Dr. B. P. Goplen, Research Station, Saskatoon, Sask.; and Mr. J. E. Langille, Experimental Farm, Nappan, N.S. Permission to reprint some of the tables and photographs is gratefully acknowledged.

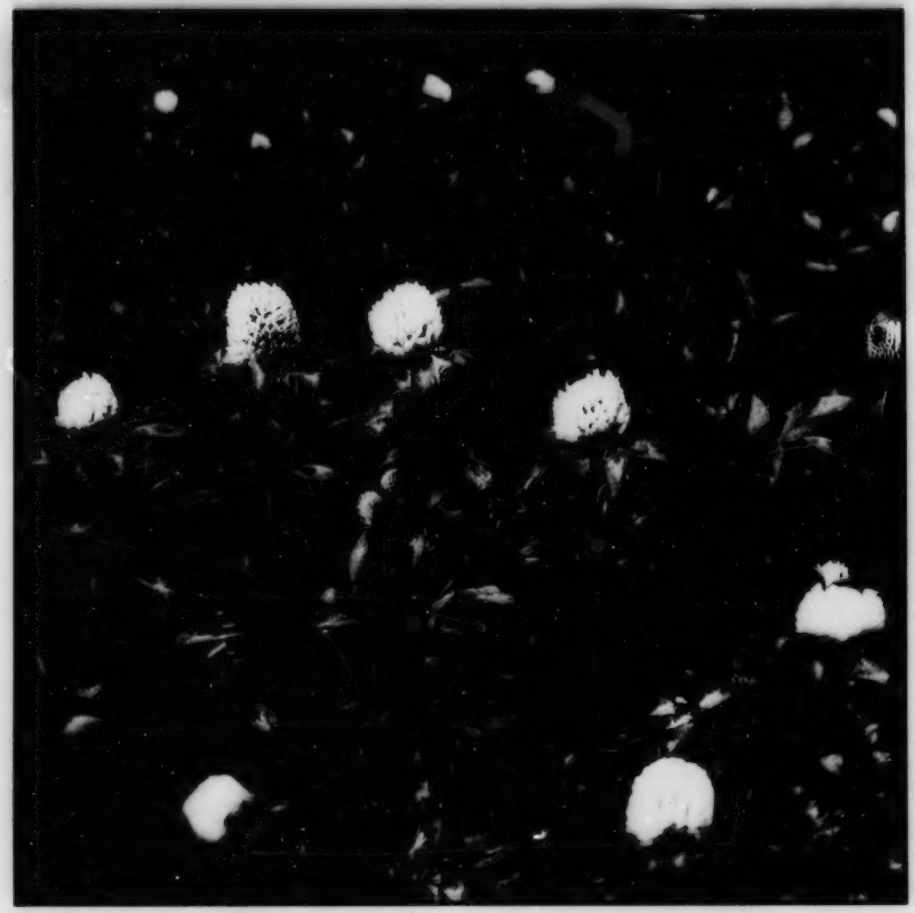
CONVERSION FACTORS

Metric units	Approximate conversion factors	Results in:
LINEAR		
millimetre (mm)	x 0.04	inch
centimetre (cm)	x 0.39	inch
metre (m)	x 3.28	feet
kilometre (km)	x 0.62	mile
AREA		
square centimetre (cm^2)	x 0.15	square inch
square metre (m^2)	x 1.2	square yard
square kilometre (km^2)	x 0.39	square mile
hectare (ha)	x 2.5	acres
VOLUME		
cubic centimetre (cm^3)	x 0.06	cubic inch
cubic metre (m^3)	x 35.31	cubic feet
	x 1.31	cubic yard
CAPACITY		
litre (L)	x 0.035	cubic feet
hectolitre (hL)	x 22	gallons
	x 2.5	bushels
WEIGHT		
gram (g)	x 0.04	oz avdp
kilogram (kg)	x 2.2	lb avdp
tonne (t)	x 1.1	short ton
AGRICULTURAL		
litres per hectare (L/ha)	x 0.089	gallons per acre
	x 0.357	quarts per acre
	x 0.71	pints per acre
millilitres per hectare (mL/ha)	x 0.014	fl. oz per acre
tonnes per hectare (t/ha)	x 0.45	tons per acre
kilograms per hectare (kg/ha)	x 0.89	lb per acre
grams per hectare (g/ha)	x 0.014	oz avdp per acre
plants per hectare (plants/ha)	x 0.405	plants per acre

Le trèfle rouge

Agriculture
Canada

Publication 1614 /F



Canada

Agriculture Canada Publication 1614F
On peut en obtenir des exemplaires à la
Direction générale des communications,
Agriculture Canada, Ottawa K1A 0C7.

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1985
N°. de cat. A53-1614/1985F ISBN: 0-662-93253-6
Impression 1979 Révision 1985 Réimpression 1988 .5M-7:88

Also available in English under the title
Red clover.

TABLE DES MATIÈRES

Distribution et adaptation/5
Morphologie/7
Fertilité du sol, inoculation et ensemencement/7
Production fourragère, conservation et emplois/11
Production de semence/14
Utilité dans la protection des sols/15
Mauvaises herbes/16
Maladies/17
Insectes nuisibles/17
Remerciements/17

Illustration de la couverture : un champ de trèfles rouges

Remarque. Cette publication réunit des renseignements généraux concernant la culture du trèfle rouge dans les régions du Canada où cette plante peut pousser; elle est destinée aux agriculteurs et aux agronomes. Pour connaître les recommandations s'appliquant à une région particulière, s'informer dans les stations de recherches d'Agriculture Canada, dans les ministères d'agriculture provinciaux et dans les universités. Comme les recommandations touchant les cultivars homologués, les cultures associées, les méthodes de culture, la fertilisation et l'emploi des insecticides et des herbicides sont régulièrement revues, nous ne sommes pas entrés dans les détails. Agriculture Canada et les ministères d'agriculture provinciaux publient régulièrement de nouvelles recommandations.

Le trèfle rouge

par
D.T. Fairey
Station de recherches de Beaverlodge (Alb.)

DISTRIBUTION ET ADAPTATION

Le trèfle rouge (*Trifolium pratense* L.) est très répandu au Canada; on le cultive comme plante fourragère, pour la production de semences et en rotation, pour l'amendement des sols. Cette plante pousse bien surtout dans les régions où les étés sont modérément frais ou chauds et où l'humidité est élevée durant la saison de croissance. Au contraire du trèfle Alsike (*Trifolium hybridum* L.), le trèfle rouge n'est pas adapté pour croître dans les basses terres mal drainées mais, à la différence de la luzerne (*Medicago* spp.), il peut pousser dans les terrains modérément acides et donne un rendement maximal dans un sol à teneur en calcium (Ca) assez élevée et à pH de 6,0 ou plus.

Le trèfle rouge est une plante bisannuelle, c'est-à-dire qu'il est vivace, mais ne vit pas longtemps; les cultivars qui poussent au Canada se divisent en deux groupes: les cultivars à floraison tardive ou à une coupe et les cultivars à floraison hâtive ou à deux coupes. Les cultivars à une coupe donnent en général une récolte de foin et un regain par année. L'année de l'ensemencement, il pousse peu de tiges florifères; les graines ne sont donc produites qu'à partir de la deuxième année. Les cultivars à une coupe sont rustiques; on les cultive généralement dans les prairies-parcs des provinces des Prairies et dans le nord de la Colombie-Britannique, de l'Alberta, de l'Ontario et du Québec. Les cultivars à deux coupes donnent en général deux ou trois récoltes de foin par année. Ils poussent rapidement au printemps. Dans certains cas, on peut faire une première coupe au début du printemps et produire des semences avec la seconde. Les cultivars à deux coupes ne résistent pas au froid; on les cultive d'habitude dans l'est du Canada, dans les provinces de l'Atlantique et sur la côte ouest, dans le sud de la Colombie-Britannique. On présente au tableau 1 des chiffres sur le rendement de certains cultivars homologués.

Les cultivars de trèfle rouge diploïdes possèdent 14 chromosomes; les cultivars tétraploïdes, dont le nombre chromosomique est artificiellement doublé au moyen de produits chimiques, en ont 28. Il existe des cultivars tétraploïdes à une coupe et à deux coupes. Les cultivars tétraploïdes sont généralement plus grands que les diploïdes et d'un rendement plus élevé comme plante fourragère dans certaines régions. Le pollen des plantes diploïdes peut servir à fertiliser les plantes tétraploïdes, mais les graines qui résultent de cette fécondation sont surtout non viables. Il faut donc séparer les deux types de plantes pour produire des semences.

TABLEAU 1 Rendement de certains cultivars de trèfle rouge homologués.

Cultivars	Alberta (région de Peace River)			Provinces de l'Atlantique		Ontario
		Rendement kg/ha		Rendement des cultures fourragères kg/ha		Rendement des cultures fourragères kg/ha
	Durée de l'étude (ans)	Fourrage	Semence	Une coupe	Deux coupes	Une coupe
Arlington	3	1043	141	—	—	7981
Altaswede	6	3212	365	5497	—	—
Dollard	12	1001	154	—	—	—
Florex	3	2863	227	—	7836	8288
Hungarpoli	3	273	108	—	—	—
Lakeland	10	910	231	—	7711	8023
Norlac	6	3247	357	5643	—	—
Ottawa	15	910	168	—	6559	7403
Pacific	3	1327	198	—	—	5846
Prosper I	—	—	—	—	7789	8083

Sources:

1. Elliott, C.R.; Howe, G.M., 1979. Northern Research Group Publ. 79-16A-1979. Agriculture Canada Research Station, Beaverlodge, Alta.
   Elliott, C.R., et al. 1981. Northern Research Group Publ. 81-16B-1981. Agriculture Canada Research Station, Beaverlodge, Alta.
   Najda, H.G.; Howe, G.M., 1982. Northern Research Group Publ. 82-16B-1982. Agriculture Canada Research Station, Beaverlodge, Alta.
2. Choo, T.M. 1981. 1981 data from four locations — two in Nova Scotia, one in Newfoundland, and one in New Brunswick. Agriculture Canada Research Station, Charlottetown, Î.-P.-É.
3. Ontario Forage Crop Investigations. 1982. Report on forage crop trials. Data from six locations. Report available from Secretary, Ontario Forage Crop Committee, Ontario Ministry of Agriculture and Food, c/o Crop Science Department, University of Guelph, Guelph, Ont.

MORPHOLOGIE

Le trèfle rouge est une plante dressée ou décombante. Chaque année, il pousse un grand nombre de tiges feuillues qui prennent naissance au collet. Les feuilles sont grandes; elles se composent de trois folioles portées sur un pétiole au bas duquel on trouve deux stipules. En général, les folioles portent une tache en forme de fer à cheval. Les tiges et les feuilles sont velues ou glabres selon le cultivar considéré. Les fleurs, serrées les unes sur les autres, forment un capitule globuleux (fig. 1) que porte sur une tige annuelle garnie de bractées foliacées; en moyenne, on compte 125 fleurs par capitule. Les pétales sont rouge-violet (parfois blancs) et forment une corolle allongée. La plupart des fleurs sont autostériles et doivent être pollinisées par des abeilles (fig. 2). Le fruit est une petite gousse qui ne contient qu'une graine. On compte environ 600 000 graines par kilogramme.

La plante possède une épaisse racine pivotante qui mesure entre 60 et 90 cm de longueur et d'où naissent, principalement dans les premiers 10 cm du sol, une multitude de petites racines latérales garnies de nombreux petits nodules ovoïdes blanc rosâtre.

FERTILITÉ DU SOL, INOCULATION ET ENSEMENCEMENT

Il faut faire des tests pour connaître la teneur du sol en éléments nutritifs assimilables. Si le pH est inférieur à 5,0 un chaulage s'impose. La chaux abaisse l'acidité du sol et favorise l'activité des bactéries fixatrices d'azote dans les nodules. On indique au tableau 2 la quantité approximative d'azote que le trèfle rouge et certaines autres légumineuses peuvent fixer. Si le sol est pauvre en certains éléments nutritifs importants, il faut l'enrichir en conséquence.

Pour bien se développer et donner un rendement optimal, la plante a besoin d'éléments nutritifs en quantité. L'azote (N) est essentiel à l'implantation de la plantule; on recommande un minimum de 11 kg/ha. Les plantes bien nodulées, une fois implantées, fixent l'azote atmosphérique (N_2). Cependant, s'il y a excès de N dans l'engrais, il se forme moins de nodules et l'azote artificiel se substitue à l'azote atmosphérique qui aurait normalement été fixé par les bactéries *(Rhizobium trifolii)* des nodules. En terrain acide, c'est-à-dire dans les sols dont le pH est inférieur à 5,5, il ne se forme pas de nodules et c'est l'azote de l'engrais qui assure la croissance de la plante.

Pour éviter que le rendement soit limité par une carence en phosphore (P), il faut que les matières sèches (MS) que donne la plante contiennent entre 0,2 % et 0,4 % de cet élément. Ainsi, pour que le rendement annuel maximum de matières sèches soit de 10 000 kg/ha, il faut entre 20 et 40 kg/ha de P par année.

On estime à 1,8 % la concentration limite de potassium (K) nécessaire dans les MS pour qu'il n'y ait pas carence; pour obtenir un rendement annuel de matières sèches de 10 000 kg/ha, il faut donc 180 kg/ha de K par année. De nombreux types de sol contiennent cette quantité de potassium.

Le soufre (S) est insuffisant dans certains sols luvisoliques (sol gris forestier); un engrais comme le 16-20-0 permet de corriger cette carence. On donne

Fig. 1 Capitule du trèfle rouge.

Fig. 2 Pollinisation du trèfle rouge par des abeilles (photo: D.L. Nelson).

TABLEAU 2 Valeur estimée de la quantité d'azote fixée chez cinq légumineuses.*

Types de légumineuse	Fixation de l'azote (kilogrammes par hectare)	
	Luvisol gris (Beryl)	Solod noir (Landry)
Trèfle rouge	334	250
Luzerne	442	171
Mélelot	214	125
Trèfle Alsike	303	152
Lotier corniculé	190	145

* Valeur déterminée en mesurant la concentration d'azote dans des plantes fourragères et de l'orge cultivés les deux années suivant l'ensemencement des légumineuses énumérées ci-dessus dans deux types de sols différents.

Source: Adaptation d'un extrait de *Rice, W.; P. Hoyt. 1980. Crop rotation: The role of legumes.* Northern Research Group Publ. 80-2. Agriculture Canada Research Station, Beaverlodge, Alta.

au tableau 3 les concentrations moyenne et limite d'éléments nutritifs et d'oligo-éléments nécessaires au développement du trèfle, de la luzerne et des graminées; au tableau 4, on décrit les symptômes qui caractérisent certaines carences en éléments nutritifs chez le trèfle rouge.

Les oligo-éléments sont essentiels pour la croissance des plantes, mais il n'en faut que des quantités infimes. Leur rôle est aussi important que celui des éléments nutritifs. Par exemple le bore (B) est nécessaire à la synthèse des protéines; sa présence est en outre un élément de succès dans la culture de semence. Le cuivre (Cu) joue un grand rôle dans la respiration et la reproduction; quant au molybdène (Mo), il est nécessaire à la fixation de l'azote. L'abondance des oligo-éléments assimilables dans le sol dépend du pH, de l'humidité, de la structure du sol et des proportions dans lesquelles les autres matières nutritives sont présentes et ce, de façon plus marquée que ce qui s'observe pour les éléments nutritifs. La concentration optimale des oligo-éléments se trouve généralement entre d'étroites limites et un léger excès peut produire des effets toxiques.

L'inoculation des graines de trèfle rouge doit se faire juste avant l'ensemencement. Comme inoculum, on emploie une culture de *Rhizobium* vivante dont on enrobe les graines en utilisant un agent adhésif. Une fois inoculées, les graines doivent être conservées au frais et à l'obscurité. Les rayons solaires et les engrais détruisent les *Rhizobium*. L'ensemencement doit se faire au printemps, dès que possible, dans un sol chaud, humide et ferme, à 1 ou 2 cm de profondeur. La densité des semis dépend de la région, du type de cultivar, des caractéristiques du sol et de l'emploi de la récolte (fourragère en culture pure ou associée ou de semence). On donne des renseignements sur les engrais, les cultivars et les méthodes de cultures recommandés dans diverses publications des gouvernements fédéral et provinciaux.

TABLEAU 3 Teneur en éléments nutritifs et en oligo-éléments des organes végétatifs du trèfle, de la luzerne et des graminées.

	Concentration														
	Éléments nutritifs (pourcentage)							Oligo-éléments (parties par millions)							
	N	P	K	S	Mg	Ca	Na	Fe	A	Mn	Ba	B	Cu	Zn	Mo
Trèfle															
moyenne	3,15	0,34	2,35	0,25	0,28	1,55	0,04	65	60	45	12	30	11	34	2,0
limite	—	0,14	0,85	0,14	0,11	0,40	—	25	—	25	—	15	5	11	0,7
Luzerne															
moyenne	4,3	0,38	2,6	0,28	0,40	1,8	0,03	95	85	60	35	44	11	35	2,2
limite	2,5	0,15	1,4	0,10	0,18	0,85	—	25	—	25	—	20	5	13	0,6
Graminées															
moyenne	4,3	0,55	5,4	0,48	0,42	1,5	0,15	120	85	120	12	32	14	45	0,8

Source: Adaptation d'un extrait de *Soil and plant analysis*. Memphis, TN: A & L Agricultural Laboratories. c. 1974.

TABLEAU 4 Symptômes de certaines carences en éléments nutritifs chez le trèfle rouge.

Élément insuffisant	Symptômes	Cause
Azote (N)	Chlorose et chute des feuilles âgées.	Impossibilité de fixer l'azote due à l'absence de nodules
Phosphore (P)	Retard de croissance; plante naine, étiolée, aux feuilles vert foncé ou bleuâtres. La floraison et la maturation sont aussi retardées.	Impossibilité d'assimiler et de véhiculer les glucides
Potassium (K)	Les feuilles jaunissent, d'abord en bordure, puis sur le limbe presque en entier et finalement, elles se ratatinent et meurent.	Généralement, déséquilibre entre le Ca et le K à la suite d'un chaulage trop généreux
Soufre (S)	Chlorose et chute des feuilles jeunes	Racines peu nodulées et faible taux de fixation de l'azote
Magnésium (Mg)	Les feuilles s'enroulent, jaunissent graduellement, puis prennent un ton de bronze.	Synthèse chlorophyllienne déficiente
Calcium (Ca)	De petites taches de chlorose apparaissent sur les feuilles âgées; ces taches tournent graduellement au gris, le pétiole se rompt et les feuilles tombent mais ne se flétrissent que lentement. Les nouvelles feuilles poussent en touffe sur le collet, car leur pétiole ne s'allonge pas.	Insuffisance de calcium causant un affaiblissement de la paroi cellulaire

PRODUCTION FOURRAGÈRE, CONSERVATION ET EMPLOIS

Le trèfle rouge est une plante fourragère nutritive, très digestible, à rendement élevé. C'est une plante appétente et à forte teneur en protéines. Comme plante fourragère, on le produit en culture pure ou en association avec des graminées. C'est souvent l'une des légumineuses des pâturages associés. En le semant avec une graminée, il y a moins de risques de perdre toute la récolte s'il survient une maladie ou si l'hiver est rigoureux; en outre, la

graminée protège les plants de trèfle contre les chocs que peut occasionner le travail de la culture au moyen de tracteurs et d'instruments aratoires. Il faut effectuer la coupe lorsque 25 % des bourgeons floraux sont colorés. La digestibilité de la matière sèche d'une telle récolte se situe entre 65 % et 70 %; elle diminue si l'on attend plus longtemps, car les tiges représentent une proportion importante de la production.

Comme fourrage, le trèfle rouge s'emploi principalement de trois façons: fané, ensilé et pâturé. Au tableau 5, on donne sa valeur nutritive avec celle de la luzerne et des graminées.

Au fanage, les feuilles du trèfle rouge sèchent relativement vite; elles deviennent cassantes et tendent à s'émietter avant que les tiges ne soient fanées. Celles-ci sont d'ailleurs difficiles à sécher. On recommande de conditionner la récolte au fauchage pour accélérer le séchage. Afin de limiter les risques de détérioration, mettre le foin à l'abri dès que possible.

Le trèfle rouge se prête très bien à l'ensilage. Sous cette forme, c'est une excellente nourriture pour les vaches laitières et les animaux de boucherie. Sa forte teneur en protéines soulève cependant des problèmes. On recommande de laisser faner la récolte au champ jusqu'à ce que la teneur en matières sèches atteigne une valeur de 25 % à 35 % (teneur en eau de 65 % à 75 %) pour limiter le plus possible les processus de fermentation néfastes. Les additifs d'ensilage, dont entre autres certains acides organiques, peuvent se révéler particulièrement utiles à cette fin. Le trèfle rouge produit en culture associée est plus facile à traiter; le mélange des plantes favorise en outre les processus de fermentation souhaitables et assure la dilution des substances qui causent le météorisme chez le bétail.

Il n'est pas recommandé de mettre les cultures pures en pâturage, car le trèfle rouge supporte mal d'être pâturé longtemps ou intensément. De plus, les jeunes plants peuvent provoquer le météorisme chez le bétail. Cette propriété ne pose cependant pas de problèmes majeurs chez le mouton. Pour exploiter au maximum le potentiel du trèfle rouge, il faut éviter qu'il soit défolié fréquemment. Le zéro-pâturage est le meilleur moyen d'obtenir cet effet. En outre, par cette méthode, on peut facilement administrer aux animaux un agent anti-météorisme comme, par exemple, du poloxalène, au moment de les nourrir.

On a noté une baisse de fertilité chez des brebis qui mangent du trèfle rouge en pâturage ou en ensilage avant ou durant la période de reproduction. Les troubles de reproduction qui s'observent en pareil cas sont apparemment causés par des isoflavones œstrogènes; on peut les réduire en cultivant le trèfle rouge en association avec des graminées. Jusqu'ici, rien n'indique que le trèfle rouge réduit la fertilité des bovins.

En général, en culture pure, on sème de 7,5 à 8,0 kg de graines de trèfle rouge par hectare; en culture associée, la densité des semis se situe entre 2 et 2,5 kg de graines par hectare.

On recommande de suivre les indications sur les cultivars, les mélanges pour culture associée et la densité de semis recommandés dans chaque région.

TABLEAU 5 Valeur nutritive du trèfle rouge, de la luzerne et des graminées.

Plante considérée à divers stades de son développement	Matières sèches (MS)	Matières organiques digestibles dans MS	Proteines brutes (PB) dans les MS	Fibres brutes dans les MS	Énergie métabolisable MJ/kg	PB digestibles dans les MS
	%	%	%	%	MS	%
Trèfle rouge						
Début de floraison	19	57	23,7	23,2	9,0	15,2
Foin d'excellente qualité	85	61	18,4	26,6	9,6	12,8
Foin de bonne qualité	85	57	16,1	28,7	8,9	10,3
Foin de mauvaise qualité	85	50	13,1	34,0	7,8	6,7
Foin galé	85	46	14,1	39,4	6,9	7,3
Ensilage	22	56	20,5	30,0	8,8	13,5
Luzerne						
Début de floraison	24	54	17,1	30,0	8,2	13,0
Foin avant floraison	85	54	19,3	32,1	8,3	14,3
Foin demi-floraison	85	55	22,5	30,2	8,2	16,6
Foin pleine floraison	85	51	17,1	35,3	7,7	11,6
Ensilage	25	52	16,8	29,6	8,5	11,3
Graminées en général						
Foin très digestible	85	61	10,1	32,0	9,0	5,8
Foin modérément digestible	85	57	8,5	32,8	8,4	3,9
Foin peu digestible	85	51	9,2	36,6	7,5	4,5
Ensilage très digestible	20	67	17,0	30,0	10,2	11,6
Ensilage modérément digestible	20	58	16,0	34,0	8,8	10,2
Ensilabe peu digestible	20	52	16,0	38,0	7,6	9,8

Source: Adaptation d'un extrait de Nash, M.J. 1978. *Crop conservation and storage in cool temperature climates*. Permagon Press.

PRODUCTION DE SEMENCE

Pour la production de semence, on recommande de faire l'ensemencement au début du printemps et de limiter la densité des semis. On sème généralement de 2 à 4 kg de graines par hectare; néanmoins, on a obtenu un excellent rendement avec une densité de seulement 1 kg de graines par hectare dans des champs sans mauvaise herbe. La distance entre les rangs peut varier de 15 à 46 cm. Il est recommandé de suivre les indications qu'on donne dans la région au sujet des procédés culturaux et des cultivars les plus indiqués. On trouvera des renseignements sur les semences contrôlées dans deux publications de l'Association canadienne des producteurs de semences, intitulées *Règlements et procédures pour la production de semences contrôlées* (n° 6) et *Pedigreed Forage Seed Production*.

Le trèfle rouge doit être pollinisé d'une façon croisée pour produire de la semence: la fécondation s'opère lorsque le pollen des anthères d'une plante est déposé sur le stigmate d'une autre plante. Ce processus s'accomplit principalement grâce aux abeilles. En effet, ces insectes pollinisent les fleurs dont ils recueillent le pollen ou le nectar; pour butiner, l'abeille introduit son labium dans la corolle; ce mouvement fait jaillir les étamines et le pistil qui s'appuient alors sur le corps de l'insecte, le couvrant ainsi de pollen. Comme le pistil est légèrement plus avancé que les étamines chez le trèfle rouge, il y a de grandes chances qu'il reçoive le pollen d'une autre plante que l'insecte a visitée auparavant, plutôt que celui des étamines de la même fleur. Chez le trèfle rouge, la pollinisation croisée est essentielle pour la fructification, car c'est une espèce autostérile, c'est-à-dire qu'une plante ne peut être fertilisée par son propre pollen. À la différence de certaines autres légumineuses, l'organisation de la fleur du trèfle rouge favorise la pollinisation croisée. En effet, après la visite d'un pollinisateur, le pistil et les étamines retrouvent leur position originale, mais s'il vient un autre butineur, ils s'avancent de nouveau; ainsi, le pistil peut être fertilisé tant qu'il est en état de recevoir du pollen.

Les bourdons (*Bombus* spp.) font d'excellents pollinisateurs pour le trèfle rouge. Pour que les espèces indigènes s'implantent près des cultures, il faut faire en sorte qu'elles trouvent l'habitat qui leur convient pour faire leur nid ainsi que des plantes dont la floraison commence avant celle du trèfle rouge. Bien souvent, les bourdons s'installeront dans les buissons environnants ou dans les nids abandonnés des petits mammifères et des oiseaux. Certaines espèces s'établissent sous terre, d'autres s'installent de préférence à la surface du sol, mais dans un endroit abrité, dans une dépression ou sous une touffe d'herbe. Quoi qu'il en soit, si l'on veut être assuré d'une bonne récolte de semence, il faut introduire des abeilles domestiques (*Apis mellifera* Linnaeus) dans les cultures au moment de la floraison.

Avec certains cultivars, on peut obtenir une bonne récolte en introduisant deux colonies d'abeilles domestiques par hectare de culture. Dans certains cas cependant, la production potentielle de miel est basse, probablement parce que la longue corolle tubulaire des fleurs et/ou les niveaux trop bas du nectar dans les corolles rend la cueillette du nectar difficile. On sait que l'abeille découpeuse (*Megachile rotundata* (Fabricius)) peut polliniser le trèfle rouge, mais on n'a pas encore réussi à exploiter cette propriété au champ.

Pour la production de semence, il faut séparer les diploïdes des tétraploïdes, car le rendement des seconds diminue de beaucoup s'ils sont pollinisés par les premiers. Dans les mêmes conditions de culture, les tétraploïdes donnent toujours un rendement inférieur aux diploïdes, car ils produisent moins de capitules floraux et sont parfois moins fertiles.

On encourage la production de cultivars homologués canadiens, car ils sont mieux adaptés aux conditions qui règnent chez nous. Il y a cependant un petit marché pour les semences de cultivars d'origine étrangère. Ces graines sont produites en vertu d'un contrat, pour le compte d'un pays membre de l'Organisation de coopération et de développement économiques (O.C.D.E.). Le contrat se négocie entre le producteur et la firme productrice qui doit livrer les semences au pays intéressé. Un certain nombre de pays participent à ce programme. Avant de se lancer dans la culture des cultivars étrangers, les producteurs de semence intéressés doivent prendre tous les arrangements nécessaires et conclure une entente avec la firme de leur choix.

On recommande de procéder au fauchage et au javelage des cultures de trèfle rouge lorsque 80 ou 90 % des fleurs sont brunes, à moins qu'il y ait eu défoliation par traitement chimique ou par le gel. Il faut laisser sécher les javelles de 7 à 10 jours avant de procéder au battage. S'il pleut beaucoup, les retourner au moyen d'un rateau andaineur pour limiter les pertes le plus possible.

S'il vente beaucoup, il peut être nécessaire de faire le moissonnage-battage de la culture sur pied. Il faut alors provoquer la défoliation des plantes par traitement chimique de 7 à 10 jours avant la moisson (ou faire la récolte après une gelée dans les régions du nord). Il faut une zone de dégagement de 2,4 à 4,8 mm; le batteur devrait tourner à 800 rpm. Il est préférable que la machine avance lentement, car une surcharge peut faire perdre beaucoup de graines.

Une fois la récolte terminée, sécher les graines qui contiennent trop d'eau (plus de 14 %) pour être entreposées telles quelles. Pour pousser davantage le traitement, il peut être nécessaire d'employer des machines spéciales comme celles qu'on trouve normalement dans les usines de nettoyage de graines.

UTILITÉ DANS LA PROTECTION DES SOLS

Le trèfle rouge peut aussi servir comme engrais vert. Quand on l'emploie ainsi, on laisse les plantes se développer jusqu'à la floraison, puis on les enfouit au moyen d'une charrue à soc ou à disques. Pour mélanger la terre, le pulvériseur simple ou tandem, suivi ou précédé d'un cultivateur lourd, donne de bons résultats. On recommande de procéder à l'enfouissage avant que la végétation ne soit trop épaisse.

L'emploi du trèfle rouge en rotation comme engrais vert est un bon moyen de protéger le sol; dans la plupart des cas, cette méthode est préférable à la jachère estivale, car on prévient ainsi l'érosion du sol par le vent et l'eau et on augmente sa teneur en matières organiques, effet particulièrement avantageux dans le cas des sols lourds ou argileux dont l'ameublissement nécessite l'incorporation d'importantes quantités de matières organiques. Étant donné que la matière végétale enfouie contient de l'azote (N),

Fig. 3 Anthracnose septentrionale (photo: W.B. Berkenkamp).

la culture suivante nécessitera un moins grand apport d'engrais commercial. On a noté que les cultures céréalières des champs fertilisés avec du trèfle rouge comme engrais vert sont d'un rendement et d'une qualité supérieurs. Enfin, en rotation, le trèfle rouge, de même que certaines autres légumineuses fourragères, est excellent contre les maladies et les insectes qui peuvent se propager dans les champs cultivés en continu.

MAUVAISES HERBES

En général, les mauvaises herbes annuelles ne posent pas de problème dans les cultures bien vigoureuses, car le trèfle rouge peut leur livrer une forte compétition. Les mauvaises herbes vivaces et persistantes peuvent toutefois devenir envahissantes dans les cultures établies. Lorsqu'elles sont concentrées en un même point, on peut les isoler du reste de la culture et les détruire par des moyens mécaniques ou avec les herbicides recommandés pour cet usage.

C'est surtout durant la phase de l'implantation qu'il faut protéger les cultures des mauvaises herbes. En effet, la plantule est alors généralement faible et ne peut livrer une forte compétition aux mauvaises herbes. Dans une culture en voie d'implantation, les mauvaises herbes annuelles à propagation rapide peuvent affaiblir les plantules; celles-ci s'établiront mal et le rendement de la culture en sera amoindri. Pour limiter les pertes, il faut employer des graines contrôlées et choisir un terrain sans mauvaises herbes. S'il y en a, il faut les enlever au cultivateur ou par quelque autre moyen avant l'ensemencement. Les herbicides peuvent donner de bons résultats dans les lots de plantules. On trouvera diverses recommandations sur l'emploi de ces produits dans les publications provinciales consacrées à la question.

MALADIES

Les maladies du trèfle rouge sont causées par des champignons, des bactéries, des virus, des mycoplasmes, des nématodes et des carences ou des excès de minéraux. Les champignons sont les plus redoutables, car ils s'attaquent aux feuilles, aux racines et au collet de la plante (fig. 3). Il est plus économique de prévenir la maladie que de la guérir. Pour réduire les pertes qu'occasionnent la plupart de ces affections, il faut faire en sorte que les plantes conservent leur vigueur. Dans la mesure du possible, choisir des cultivars résistants et employer des graines propres provenant de cultivars recommandés. Alterner avec des non légumineuses. Si les symptômes d'une maladie grave se manifestent, s'assurer les services d'un professionnel et allonger la période de rotation entre les cultures de légumineuses. Pour éviter de contaminer les champs sains, désinfecter la machinerie chaque fois qu'elle a été employée dans une culture infectée ou seulement à la fin, si les lots infectés ont tous été travaillés en dernier. Les maladies du trèfle rouge les plus communes sont décrites au tableau 6.

INSECTES NUISIBLES

Les cicadelles, les rhizophages, les lygus, les thrips, les chalcis des graines du trèfle et les cécidomyies des graines du trèfle sont les principaux insectes ravageurs du trèfle rouge. À l'occasion, il y a aussi des infestations de criquets dans les régions où cette plante se cultive. On recommande de traiter les cultures infestées au moyen des insecticides appropriés et de suivre les recommandations s'appliquant à la région.

REMERCIEMENTS

Nous voudrions exprimer ici nos remerciements aux chercheurs de la Direction générale de la recherche d'Agriculture Canada qui nous ont mis au courant des recommandations concernant la culture et les emplois du trèfle rouge dans les diverses régions du pays. Tout spécialement, nous aimerions remercier ceux qui nous ont conseillés sur les questions relevant de leur domaine de recherche ou qui ont revu certaines parties de notre texte. Il s'agit

TABLEAU 6 Certaines des maladies du trèfle rouge.

1. Pourriture du collet et des racines (*Coprinus psychromorbidus*).	Ce champignon n'est actif que lorsque la température se trouve autour du point de congélation. Les plantes attaquées meurent vers la fin de l'hiver, laissant des plaques aux contours irréguliers dans les cultures. On voit parfois les filaments mycéliens blancs du champignon en bordure de la neige à la fonte. Pour prévenir ou combattre cette maladie, bien entretenir la culture et alterner fréquemment avec des non légumineuses.
Pourriture des racines: pourridié fusarien (*Fusarium* spp.); pourridié plénodome (*Plenodomus meliloti*).	Pourrissement graduel de la racine pivotante et des racines latérales atteignant souvent le collet; s'il s'agit du pourridié plénodome, la plante jaunit et se rabougrit au printemps, et l'on trouve parfois de petites masses de champignons noires et globuleuses sur les racines. La maladie est aggravée par les coupes trop fréquentes, les carences d'éléments nutritifs, les blessures et ravages des insectes et des nématodes. Prendre les précautions nécessaires.
2. Pourriture des tiges, flétrissure : anthracnose septentrionale (*Kabatiella caulivora* sp.).	Des dépressions brunes, de forme allongée, apparaissent sur les tiges et le pétiole des feuilles; les capitules floraux et les feuilles s'arquent dans une pose caractéristique rappelant une houlette. Les parties se trouvant au-dessus de la région infectée se flétrissent et meurent; elles se brisent alors très facilement. Pour combattre cette maladie, pratiquer la rotation des cultures ou employer des cultivars résistants.
Tige noire *(Phoma trifolii)*.	Des lésions noires ou brun foncé apparaissent sur les tiges et sur d'autres parties aériennes. Pour combattre cette maladie, brûler le chaume au printemps avant la reprise de la croissance, enlever les plants infectés et alterner avec des non légumineuses.
Taches noires *(Rhizoctonia leguminicola)*.	Des taches brunes apparaissent sur les feuilles. La plante infectée provoque chez le bétail la maladie appelée « slobbers ». Faire une coupe hâtive pour limiter les pertes. Allonger l'intervalle de rotation avec des non légumineuses.

de N.A. Fairey, S.G. Bonin, D.L. Nelson, A.L. Darwent et J.G.N. Davidson, de la station de recherches de Beaverlodge (Alb.), de W.B. Berkenkamp, de la station de recherches de Lacombe (Alb.), de T.M. Choo, de la station de recherches de Charlottetown (Î.-P.-É.), de B.P. Goplen, de la station de recherches de Saskatoon (Sask.) et de J.E. Langille, de la ferme expérimentale de Nappan (N.-É.). Enfin, nous aimerions exprimer nos remerciements pour les tableaux et photographies qu'on nous a autorisés à reproduire.

FACTEURS DE CONVERSION

Unité métrique	Facteur approximatif de conversion	Donne
LINÉAIRE		
millimètre (mm)	x 0,04	pouce
centimètre (cm)	x 0,39	pouce
mètre (m)	x 3,28	pied
kilomètre (km)	x 0,62	mille
SUPERFICIE		
centimètre carré (cm^2)	x 0,15	pouce carré
mètre carré (m^2)	x 1,2	verge carrée
kilomètre carré (km^2)	x 0,39	mille carré
hectare (ha)	x 2,5	acre
VOLUME		
centimètre cube (cm^3)	x 0,06	pouce cube
mètre cube (m^3)	x 35,31	pied cube
	x 1,31	verge cube
CAPACITÉ		
litre (L)	x 0,035	pied cube
hectolitre (hL)	x 22	gallons
	x 2,5	boisseaux
POIDS		
gramme (g)	x 0,04	once
kilogramme (kg)	x 2,2	livre
tonne (t)	x 1,1	tonne courte
AGRICOLE		
litres à l'hectare	x 0,089	gallons à l'acre
	x 0,357	pintes à l'acre
	x 0,71	chopines à l'acre
millilitres à l'hectare	x 0,014	onces liquides à l'acre
tonnes à l'hectare	x 0,45	tonnes à l'acre
kilogrammes à l'hectare	x 0,89	livres à l'acre
grammes à l'hectare	x 0,014	onces à l'acre
plants à l'hectare	x 0,405	plants à l'acre